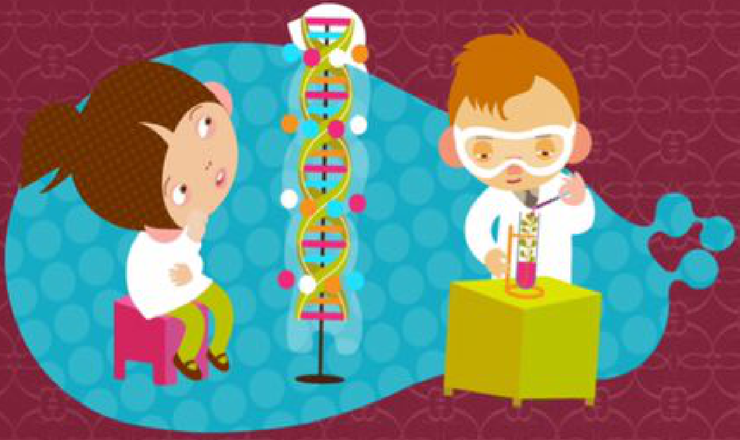
الكيمياء

للسادس الأحيائي

الفصل الخامس

الكيمياء التناسقية



إعداد الأستاذ

حيدر يحـــيى علوان

رحلة التفوق في السادس

خاص وحصري لرحلة التفوق في السادس

@rt_edu

@A_M_Z_F

رحلة التفوق في الساد س

رحلة التفوق في الساد س

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون﴾

انطلاقا من قول المصطفى (ص): ((زكاة العلم نشرهُ وتعليمهُ))

تضع شبكة مواقع رحلة التفوق في السادس التعليمية التربوية الخيرية بين ايديكم احدى اعمالها من ملازم مرحلة السادس الأعدادي هذه المرحلة الهامة والمصيرية في حياة اعزائنا الطلبة وخاصة المتعففين منهم ولمن يتعذر عليه اقتناء هذه المساعدات المدرسية في محافظاتنا العراقية العزيزة بهدف النهوض وتطوير الواقع التعليمي ولو بالجزء اليسير.

إذ أن شبكتنا لاتقتصر عاى نشر الملازم المدرسية فقط أنما تقوم بنشر الدروس المرئية المجانية لأكفأ التدريسيين بالأضافة الى مجموعة قنواتنا التدريسية وكذلك الأرشادات والنصائح وطرق الدراسة الصحيحة هذا من جهة. أما من جهة أخرى فهو كسر لشوكة بعض المحسوبين على الكادر التدريسي ممن يرفضون نشر ملازمهم والتعاون مع ابنائهم الطلبة ليأخذوا من المال هدفا أهم ويتناسوا مصلحة الطالب والواقع التعليمي المتدني.

علماً ان كادر الشبكة والقائمين عليها هم مجموعة من الشباب العراقي الواعي المثقف بالأضافة الى تعاون بعض المدرسين الكرام كما واننا غير تابعين لأي جهة كانت رسمية او غير رسمية انما سر تجمعنا وعملنا هو خيري بحت آملين من الله عز وجل ان يوفقنا لتقديم كل ما هو صالح لشعبنا و وطننا الحبيب.

كادر شبكة رحلة التفوق في السادس

٢٠١٥/٨/٢١

الفصل الخامس

الكيمياء التناسقية

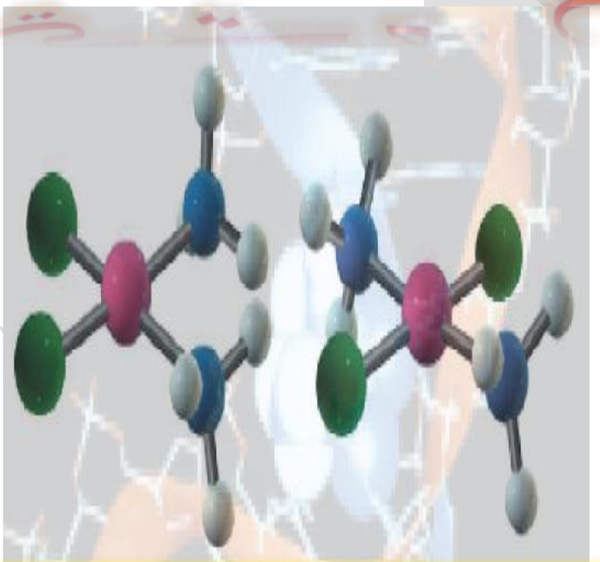
رحلة التفوق في السادس

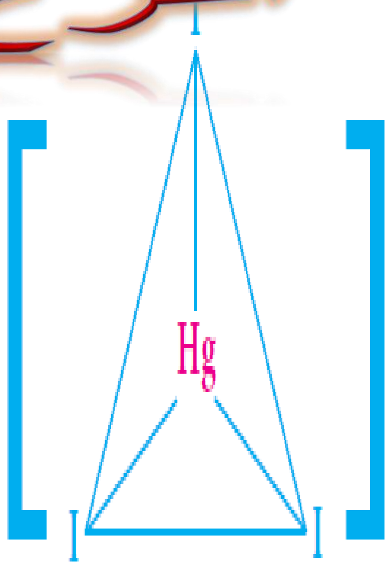
اعداد وترتيب

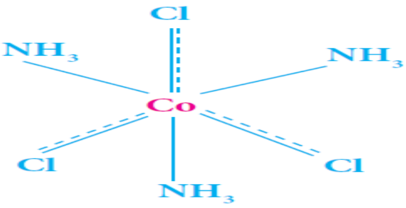
2016-2017

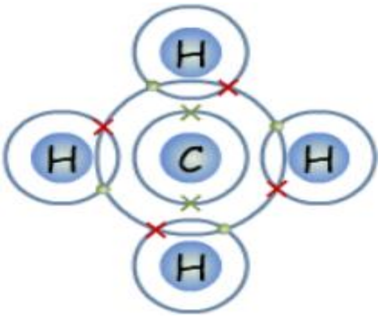
الأستاذ حيدر يحيى

الفرع الاحيائي









تصميم وتنضيد الطباعة مهند يحيى علوان م :-(٠٧٧٠٧٣١٩٣٧٧) و(٠٧٨٠١٤٠٦٧٠٢)

طباعة وتصميم وتنضيد الاستاذ مهند يحيى علوان 07707319377

فهرست الفصل الخامس

الرقم	المحتويات	الرقم	المحتويات
0	كفر الفصل الخامس	19	الزخم المغناطيسي – مثال 5
1	فهرست الفصل الخامس	20	مثال
2	الكيمياء التناسقية – الملح المزدوج	21	تمرين 7
3	الملح المزدوج - المركب التناسقي	22	تمرين 8
4	تطور الكيمياء التناسقية	23	الاعداد التناسقية والاشكال الهندسية
5	تطور الكيمياء التناسقية	24	الاعداد التناسقية والاشكال الهندسية
6	تمرين 1 – حوامض وقواعد لويس	25	المعادلات والمفاهيم الأساسية
7	حوامض وقواعد لويس	26	المعادلات والمفاهيم الأساسية
8	أنواع اليكيندات	27	حل أسئلة الفصل سؤال 1 – 2 –3
9	أنواع اليكيندات	28	سؤال 4 - 5
10	قاعدة العدد الذري الفعال – مثال - تمرين 2	29	سؤال 6 – 7
11	اسئلة	30	سؤال 8 – 9
12	مثال	31	سؤال 9
13	تمرين 4 – تسمية المركبات التناسقية	32	سؤال 10
14	تسمية المركبات التناسقية	33	سؤال 11
15	نظرية اصرة التكافؤ - سؤال	34	سؤال 12 - 13
16	ملاحظات	35	سؤال 14
17	أسئلة	36	سؤال خارجي
18	أسئلة		

الأستاذ حيدر يحيى

زورونا على مواقع التواصل الاجتماعي
رحلة التفوق في السادس

الكيمياء التناسقية

الكيمياء التناسقية :- وهي جزء من الكيمياء اللاعضوية لان فيها خواص مغناطيسية وتفاعلات متعددة حيث تلعب هذه المركبات التناسقية دورا مهما في الصناعة والزراعة والطب والصيدلة ومن المركبات المعقدة التناسقية المهمة هي :- الهيموكلوبين وفيتامين B_{12}

والكلوروفيل ان معظم العناصر الفلزية في الجدول الدوري القابلية على تكوين مركبات معقدة بأواصر تناسقية ولكن ستقتصر درستنا في هذا الفصل على المركبات المعقدة التي تكونها بعض العناصر الانتقالية الموجودة في وسط الجدول الدوري

العناصر الانتقالية على نوعين :-

1- عناصر المجموعة d (عناصر انتقالية رئيسية) تتكون من ثلاث دورات لكل دورة عشرة عناصر

2- عناصر المجموعة f (عناصر انتقالية داخلية) وهي دورتان تحوي كل دورة على أربعة عشر عنصر وتقع اسفل الجدول الدوري .

3d	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30
4d	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48
5d	La 57	Hf 72	Ta 73	w 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80

سؤال / ماهي مميزات العناصر الانتقالية

الجواب / ١- حالات التأكسد لها متعددة ٣ - العديد من مركباتها ملونة

٢- ذات صفات بارامغناطيسية ٤- لها القابلية على تكوين معقدات تناسقية

الملح المزدوج والمركب التناسقي

مركب الإضافة :- Addition compound : -

هو مركب ناتج من مزج محلولين لملحين بسيطين مستقرين (كبريتات للأمونيوم والحديد II) بنسب بسيطة ثم نبخر المحلول الناتج بعد المزج نحصل على حبيبات مركب يسمى (ملح مور)

$$(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 + 6H_2O \longrightarrow FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$$

وعند إذابة $CuSO_4$ في مذيب معين وإضافة NH_3 نحصل على مركب إضافة

$$CuSO_4 + 4NH_3 \longrightarrow CuSO_4 \cdot 4NH_3$$

سؤال / إلى كم نوع تقسم مركبات الإضافة؟ الجواب / تقسم مركبات الإضافة إلى نوعين:-

١- الملح المزدوج Double salt

هو مركب إضافة مستقر يعطي عند إذابته في الماء كافة الايونات المكونة له فعند إذابة ملح مور المزدوج يعطي ايونات $(SO_4^{2-}, NH_4^+, Fe^{2+})$ التي يمكن التأكد من وجودها باستخدام الطرائق الشائعة للكشف عنها

$$(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 + 6H_2O \longrightarrow FeSO_4.(NH_4)SO_4.6H_2O$$ ملح مور

$$FeSO_4.(NH_4)SO_4.6H_2O \longrightarrow SO_4^{-2} + NH_4^+ + Fe^{+2}$$

٢- المركب التناسقي Coordination Compound

مركب اضافة مستقر ولكنه لا يعطي كافة الايونات المكونة له عند ذوبانه في الماء لذا فان جزء من صفاته سوف تختفي حيث عند اذابته في المحلول المحضر في المعادلة التالية لن يعطي الايونات التي تكون فيها بل يعطي ايون (SO_4^{2-}) فقط ويكون ايون Cu^{2+} ضمن الايون المعقد $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$

$$[Cu(NH_3)_4]SO_4 \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{+2} + SO_4^{-2}$$

ضمن الايون المعقد

أنواع المركبات التناسقية

١- مركب تناسقي يتكون من أيون موجب بسيط وأيون سالب معقد

$$K_3[Fe(CN)_6] \rightleftharpoons 3K^+ + [Fe(CN)_6]^{3-}$$

مركب تناسقي — أيون موجب بسيط — أيون معقد سالب

ملاحظة :- المركبات المعقدة حالها حال المركبات البسيطة اي يجب ان يكون المجموع الجبري للأعداد التأكسدية للمركب = صفر لذلك لا حظنا ان K^+ مضروب في ثلاثة وهي شحنه الجزء المعقد السالب والتي ظهرت من خلال شحنه الحديد والسيانيد

$$[Fe(CN)_6]$$

$$+3 + (-1 \times 6) = X$$

$$+3 - 6 = X$$

$$\boxed{-3} = X$$

٢- مركب تناسقي يتكون من أيون سالب بسيط وأيون موجب معقد

$$[Co(NH_3)_6]Cl_3 \rightleftharpoons [Co(NH_3)_6]^{3+} + 3Cl^-$$

مركب تناسقي — أيون موجب معقد — أيون سالب بسيط

٣- مركب تناسقي يتكون من أيون موجب معقد وأيون سالب معقد

$$[Pt(NH_3)_4][PtCl_4] \rightleftharpoons [Pt(NH_3)_4]^{2+} + [PtCl_4]^{2-}$$

مركب تناسقي — أيون موجب معقد — أيون سالب معقد

ملاحظة

هنالك مركبات تناسقية لا تذوب في الماء لعدم قدرتها على التأين وبالتالي لن تعطي إي ايون عند وجودها بتماس مع الماء مثل :

$[Ni(CO)_4]$ و $[Ni(dmg)_2]$ و $[Co(NH_3)_3Cl_3]$

ثنائي مثيل كلايوكسيم

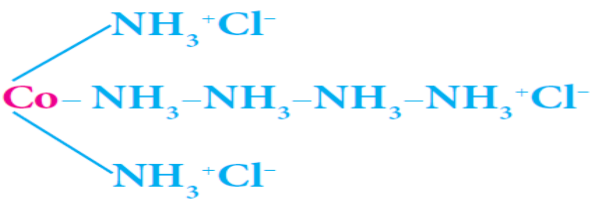
تطور الكيمياء التناسقية

ان اكتشاف كلوريد سداسي امين الكوبلت (III) $[CO(NH_3)_6]Cl_3$ هو البداية الحقيقية لكيمياء التناسقية حيث كان لهذا المركب صفات فريدة وظهرت هنالك عدة نظريات لتفسير ارتباط هذه المركبات التناسقية والنظريات هي :-

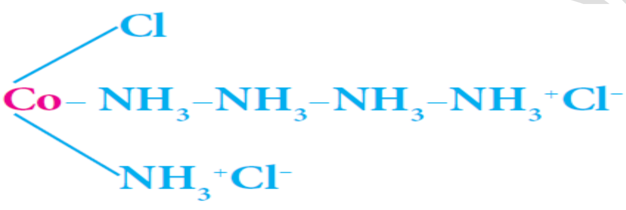
١ ـ نظرية السلسلة Chain Theory :

وهي النظرية التي تفسر تكون المركبات التناسقية بافتراض ان الليكندات ترتبط ببعضها مع البعض على شكل سلسله هي نفس سلاسل التي ترتبط ذرات الكاربون في الكيمياء العضوية حيث ترتبط الجزئيات او الايونات مع الايون المركزي للإشباع نوع واحد من التكافؤ

مثال :- الكوبلت يكون ثلاث أواصر فقط في معقداته حيث ترتبط جزئيات الامونيا الستة في المركب وايونات الكلوريد غير مرتبطة مباشرة في الكوبلت



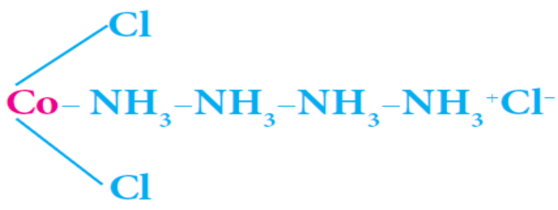
الصيغة (I)



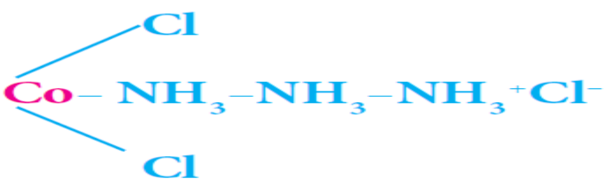
الصيغة (II)

صيغة I $(CoCl_3 \cdot 6NH_3)$ حيث تكون ايونات الكلوريد غير مترابطه مباشرة بالكوبلت لذلك تترسب بسرعة على شكل كلوريد الفضه عند اضافة محلول نترات الفضة اليها

صيغة I I $(CoCl_3 \cdot 6NH_3)$ حيث تكون ايونات الكلوريد غير مترابطه مباشرة بالكوبلت لذلك تترسب بسرعة على شكل كلوريد الفضه عند اضافة محلول نترات الفضة اليها



الصيغة (III)



الصيغة (IV)

صيغة III $(CoCl_3 \cdot 4NH_3)$ هنا وجود ايونين من الكلوريد متصلين بشكل مباشر لا تترسب في محاليهما لكن الذي يترسب هو ايون واحد بشكل غير مباشر

صيغة IV $(CoCl_3 \cdot 3NH_3)$ نفس الفقرة III لكن وجد انه لا يعطي اي راسب حتى المتصل بشكل غير مباشر لذلك فشلت نظرية السلسله

٢ ـ نظرية فرنر التناسقية :-

هي النظرية التي تفسر تكون المركبات التناسقية بافتراض ان اكثر العناصر تمتلك نوعين من التكافؤ (أولي) يعرف بحالة التأكسد و (ثانوي) يعرف بالعدد التناسق حيث يحاول كل عنصر عند اشتراكه في تكوين مركب تناسقي إشباع كلا التكافئيين حيث تتشبع التكافؤات الاولية بأيونات سالبة إما التكافؤات الثانوية فتتشبع بأيونات سالبة او جزئيات متعادلة

ملاحظة

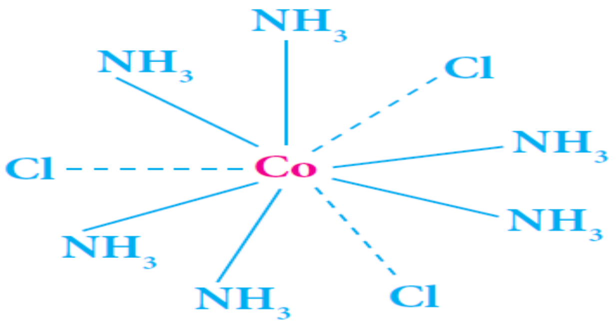
١ ـ يمثل التكافؤ الاولي المتاين (عدد التأكسد) بخط متقطع ....

ويمثل التكافؤ الثانوي الغير متأين (عدد التناسق) بخط متصل ——

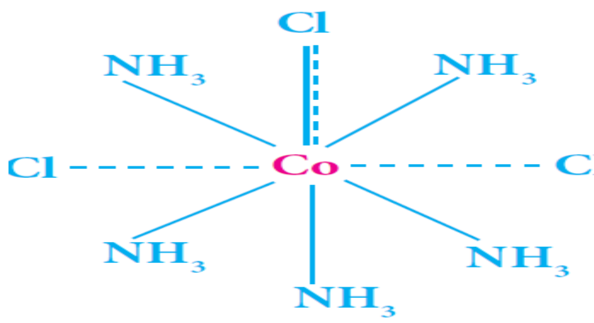
٢ ـ يحاول كل عنصر عند اشتراكه في تكوين مركب معقد إشباع كلا التكافؤيين

٣ ـ تتجه التكافؤات الثانوية نحو مواقع ثابته في الفراغ تدعى بـ (مجال التناسق)

وضح فرنر التاصر بين الكوبلت وايونات الكلوريد وجزئيات الامونيا في المركب $CoCl_3 \cdot 6NH_3$



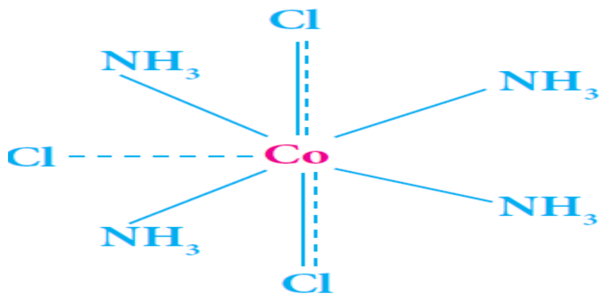
الصيغة (V)



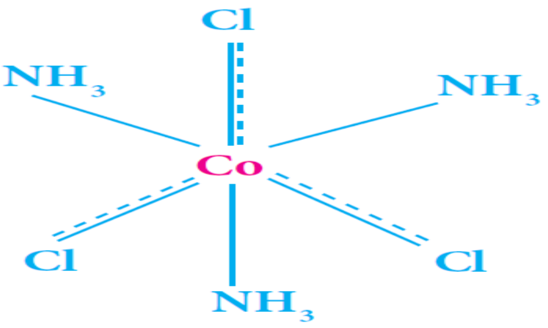
الصيغة (VI)

V $[CO(NH_3)_6]Cl_3$ تسمى جزئيات الامونيا باليكيندات حيث ترتبط مع الكوبلت باواصر تناسقية اما ايونات الكلوريد ترتبط باواصر ايونية وتترسب جميعها عند اضافة محلول $AgNO_3$

VI $[CO(NH_3)_5Cl]Cl_2$ حيث نجد ان احد ايونات Cl قام باشباع كلا التكافؤيين لذلك لا يترسب عند إضافة $AgNO_3$



الصيغة (VII)



الصيغة (VIII)

صيغة VII $[CO(NH_3)_4Cl_2]Cl$ حيث تتشبع اثنان من ايونات الكلوريد بالتكافؤيين فانهما يرتبطان بقوة في مجال التناسق حيث عند اضافة $AgNO_3$ يترسب ايون كلوريد واحد فقط

صيغة VIII $[CO(NH_3)_3Cl_3]$ ان عدم ترسيب ايونات الكلوريد الثلاثه عند اضافة محلول $AgNO_3$ لانها ترتبط بالذرة المركزية (كوبلت) ارتباطا شديدا في مجالين تناسقي وايوني

تمرين (5-1)

كم هو التكافؤ الاولي والثانوي للحديد في

$K_3[Fe(CN)_6]$, $[Fe(Co)_5]^{+3}$

الحل

التكافؤ الاولي :- يقصد به شحنة Fe الموجودة في الايون المعقد

$[Fe(Co)_5]^{+3}$

$X + (0 \times 5) = +3$

$X + 0 = +3$

$\therefore X = +3$

اما التكافؤ الثانوي وهو التناسقي يقصد به عدد الليكنيدات 5= اذا كان الليكاند احادي المخلب

التكافؤ الاولي =3 +

$K_3[Fe(CN)_6]$

$X + (-1 \times 6) = -3$

$X - 6 = -3$

$X = -3 + 6$

$X = +3$

اما التكافؤ الثانوي

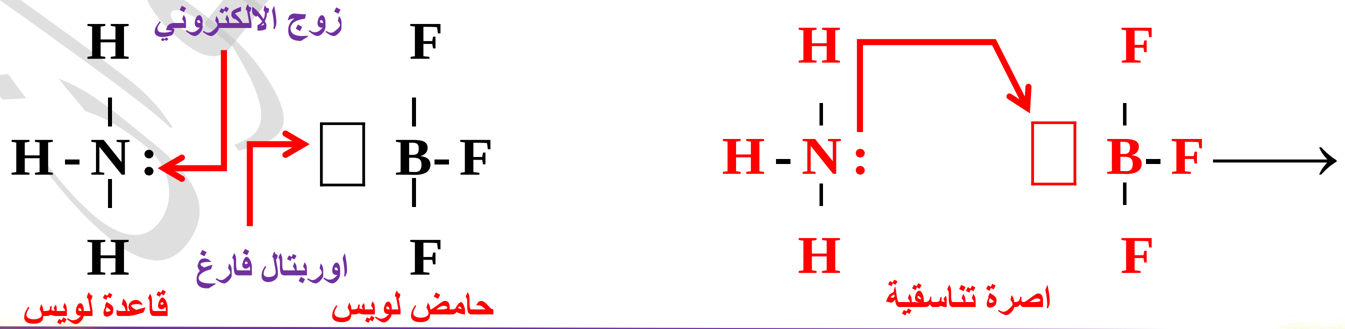
عدد التناسق =6

حوامض وقواعد لويس :

<u>حامض لويس :-</u> هي المادة التي لها القابلية على اكتساب الالكترونات لاحتوائها على اوربتال فارغ (وهنا يعتبر الفلز الانتقالي هو حامض لويس)

<u>قاعدة لويس :-</u>هي المادة التي لها القابلية على فقدان الالكترونات اي منح زوج الالكتروني حر غير مشترك (وهنا يعتبر الليكيند هو قاعدة لويس)

<u>الاصرة التناسقية :-</u> وهي اصرة خاصة تنشا بين ذرتين احدهما تمنح زوج الالكتروني من غلافها الخارجي او اكثر (الليكيند) الى الذرة الثانية المحتوية على اوربتال فارغ في غلافها الخارجي (الفلز الانتقالي او الذرة المركزية)



$$Ag^{+} + 2\ :NH_3 \longrightarrow [H_3N:Ag:NH_3]^{+}$$

$$Cu^{2+} + 4\ :NH_3 \longrightarrow [H_3N:\overset{NH_3}{\underset{NH_3}{Cu}}:NH_3]^{2+}$$

$Co^{3+} + 6\ :NH_3 \longrightarrow$

ملاحظة :

للذرة المركزية (العنصر الانتقالي) في المعقدات التناسقية تكافئين احدهما عدد التاكسد والثاني عدد التناسق اما المركبات البسيطه لها تكافؤ واحد وهو عدد التأكسد فقط

على سبيل المثال $\left[Fe(CN)_6\right]^{-4}$

لإيجاد التكافؤ الاولي (عدد التأكسد) للحديد (Fe) نتبع الخطوات التالية :-

١- نفرض ان عدد التأكسد للحديد =x

٢- معرفة شحنه الليكيند هل هو سالب ام موجب ام متعادل (سنذكر اغلب الليكنيدات وشحنتها لاحقا .... لا تستعجل)

٣- معرفة شحنة المعقد ان كان ايونا تظهر واضحة (-4) وان كان مركب يجب تحديد الايون المرتبط به فمن خلال شحنته الايون المرتبط به وعدد ذراته نجد شحنة المعقد

∴ عدد التأكسد =+2

اما عدد التناسق :- فهو عدد الليكيندات المرتبطة بالذرة المركزية وهنا هي (6) حيث ان مجال التناسق يعتمد على عدد المزدوجات الالكترونية الممنوحة من الليكيند حيث ان بعض الليكيندات تحتوي على زوج الالكتروني واحد كما في المثال ولكن بعضها يحتوي على زوجين من الالكترونات (تؤخذ لاحقا ...... لا تخاف) لذلك فان عدد التناسق في هذه الحالة يكون (عدد الليكيندات X 2)

$$\left[Fe(CN)_6\right]^{-4}$$

$$X + (-1 \times 6) = -4$$

$$X - 6 = -4$$

$$X = -4 + 6$$

$$X = +2$$

اعداد وترتيب : الأستاذ حيدر يحيى علوان
رحلة التفوق للسادس الاعدادي

أهم المصطلحات لهذا الفصل :-

1 – الليكند : – هو جزئ او ايون سالب الشحنة يرتبط بالأيون المركزي من خلال ذرة واحدة او اكثر مانحة للمزدوجات الالكترونية ، وعندما يهب الليكند مزدوجا واحد من الالكترونات فانة يدعى احادي المخلب وعندما يهب زوجين من الالكترونات يدعى ثنائي المخلب وعندما يهب اكثر من زوجين من الألكترونات يدعى متعدد المخلب ،

2 – الايون المركزي : – هو ذرة مركزية مستقبلة للمزدوجات الالكترونية عادة وتكون فلز يرتبط كيميائيا باللكيند باصرة تناسقية وتسمى الذرة المركزية بالأيون المركزي

3 – المعقد التناسقي :– هو المركب الناتج من اتحاد الايون المركزي مع عدد من الليكندات بواسطة أواصر تساهمية ،

4 – عدد التناسق :– هو عدد الجزيئات او الايونات (الليكندات) التي ترتبط بالأيون الفلزي المركزي مضروبا في عدد المخالب التي يملكها الليكيند أي انه يساوي عدد الاواصر التناسقية

5 – الايون المعقد :– هو صنف مشحون بشحنة موجبة او سالبة ويحتوي على ذرة فلز مركزية وعدد مناسب من الليكندات تحيط بها ، وقد تكون الذرة المركزية متعادلة او لها تأكسد موجب او سالب ، اما الليكندات فقد تكون جزيئات متعادلة او ايونات سالبة او الاثنين معا ، كما في الأمثلة الاتية : – $[Co(NH_3)_6]^{+3}$ ← الليكند متعادل

$[Ni(CN)_4]^{-4}$ ← الليكند سالب $[Co(NH_3)_5Cl]^{+2}$ ← الليكندات سالب ومتعادل

6 – معقد متعادل :– هو المعقد التناسقي الذي لا يحمل شحنة وهو لا يتأين في الماء مثل :

$[Ni(Co)_4]$, $[Co(NH_3)Cl_3]$

7 – مجال التناسق :– هو عبارة عن اقواس مربعة [ ] يضم ذرة الفلز المركزي والليكندات المتصلة بها ، ان مجال التناسق يدعى أيضا بالمجال الداخلي

المجال التأين : هو جزء المركب المعقد الذي يكتب خارج مجال التناسق أي خارج الاقواس المربعة حيث يحتوي اما على ايونات موجبة أو ايونات سالبة بسيطة ويدعى أيضا بالمجال الخارجي ،

أنواع اليكيندات

اغلب الليكندات عبارة عن ايونات سالبة او جزئيات متعادلة قادرة على منح مزدوج الالكتروني وهو مشتق من الكلمة اللاتينية Ligo وتعني يربط وهي على انواع :–

أ- ليكندات احادية المخلب (تملك زوج الالكتروني حر) :– وهي عبارة عن ايونات سالبة او جزئيات متعادلة قادرة على منح مزدوج الالكتروني الى ايون الفلز الانتقالي الموجب

ب - ليكندات ثنائية المخلب وهي الايونات او الجزيئات التي لها القدرة على الارتباط بايون الفلز الموجب عبر اكثر من ذرة واحدة (باكثر من زوج اي زوجين من الالكترونات)

ج - ليكندات متعددة المخلب / وهي الايونات او الجزيئات التي لها القدرة على الارتباط بايون الفلز الموجب عبر اكثر من ذرة واحد (ثلاث ازواج او اربعة ازواج او اكثر من ذالك)وكمثال على ذالك اثلين ثنائي امين رباعي حامض الخليك (EDTA) ليكند سداسي السن لاحتوائه على ست ذرات قادرة على الارتباط التناسقي

ليكندات أحادية المخلب المتعادلة الشحنة (0)		ليكندات أحادية المخلب السالبة الشحنة (−)	
كاربونيل	CO	الهالوجينات برمو – كلورو فلورو – يودو	Br^-, Cl^-, F^-, I^-
أكو	H_2O	سيانو	CN^-
امين	NH_3	ثايوسياناتو	SCN^-
مثيل امين	CH_3NH_2	خلاتو	CH_3COO^-
ناتيروسيل	NO	نايترو	NO_2^-
بيريدين	C_5H_5N	ازيدو	N_3^-

ليكندات ثنائية المخلب المتعادلة الشحنة		ليكندات ثنائية المخلب السالبة الشحنة	
اثلين ثنائي امين يرمز له (en)	$NH_2-CH_2-CH_2-NH_2$	ثنائي مثيل كلايوكسيم يرمز له $(dmg)^-$	$HONCCH_3CH_3CNO^-$
استيل اسيتونيت	$CH_3CoCH_2CoCH_3$	نتراتو	NO_3^-
هايدرازين	NH_2NH_2	اوكزاليتو	$C_2O_4^{-2}$
		كاربونيتو	CO_3^{-2}

(اوكزاليتو، كاربونيتو) ← شحنتها (−2)

قاعدة العدد الذري الفعال :- The Effective Atomic Number Rule(E.A.N)

العدد الذري الفعال :- هو العدد الذي يعبر عن مجموع الكلي للالكترونات على الذرة المركزية (العنصر الانتقالي) وكذلك عدد الالكترونات الممنوحة من الليكندات والذي يكون مساويا للعدد الذري لاحد العناصر النبيله (الخاملة) وهي $\left({}_{36}Kr, {}_{54}Xe, {}_{86}Rn \right)$ كريبتون، زينون، رادون

مثال

ما هو العدد الذري الفعال للمعقد $[CO(NH_3)_6]^{+3}$ وهل تنطبق علية قاعدة (E.A.N) اذا علمت ان العدد الذري للكوبلت =27 ؟

الحل

ملاحظة عند ايجاد العدد الذري الفعال يجب معرفة تكافؤ الذرة المركزية (الكوبلت) من خلال المعقد

$[CO(NH_3)_6]^{+3}$

$X + (0 \times 6) = +3$

$X = +3$ فقدان ثلاث الالكترونات

يحسب عدد المزدوجات الالكترونية الموجودة في الليكيند الموهوبة للعنصر الانتقالي وهي سته مزدوجات

$Co = 27$

$\boxed{+3}$

$Co = 24$

$6NH_3 \longrightarrow 2 \times 6 \quad = 12$

36 مجموع عدد الالكترونات للكوبلت

هنا العدد الذري الفعال =36

وهو يساوي العدد الذري للكريبتون (Kr)

∴ المركب مستقر لانه يخضع لقاعدة (E.A.N)

تمرين (5-2) احسب العدد الذري الفعال للمركبات التالية ثم بين هل تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال ؟

الحل

$[Fe(CN)_6]^{3-}$

نجد التكافؤ الأولي للحديد أولا $Fe = 26$

$X + (-1 \times 6) = -3$

$X - 6 = -3$

$X = -3 + 6$

$X = +3$

$\overset{+3}{Fe} = 23$

$6(CN) \quad = 12$

35 لا ينطبق لأحد الغازات النبيلة

رحلة التفوق في السادس

الحل

نجد التكافؤ الاولي لـ (Pd) بلادنيوم

$[Pd(NH_3)_6]^{+4}$

$X + (0 \times 6) = +4$

$X = \boxed{+4}$

$Pd = 46$

$4 \quad -$

$\overset{4+}{Pd} = 42$

$6(NH_3) = 12$

54 ينطبق على أحد العناصر النبيله وهو الزينون (X_{54}) لهذا فان المركب المعقد يكون مستقرا لأنه يخضع لقاعدة العدد الذري الفعال

تمرين (5 -3) احسب العدد الذري الفعال للمعقد $[Ag(NH_3)_4]^{+}$ $[Ni(NH_3)_6]^{+2}$ علما ان العدد الذري لـ Ag =47 و Ni=28

الجواب / 54 ينطبق

سؤال احسب العدد الذري الفعال للمركبات المعقدة التالية ول ينطبق للقاعدة (E.A.N)

$[Hg(dmg)_2]$ (Hg ↓ 80) $[Ni(en)_3]^{+2}$ (Ni ↓ 28)

الحل

نجد التكافؤ الاولي لـ Ni أولا

$[Hg(dmg)_2]$

$X + (-1 \times 2) = 0$

$X - 2 = 0$

$X = +2$

$Hg = 80$

$= 2 -$

ثنائي السن أربعة الالكترونات

$\overset{+2}{Hg} = 78$

+

$(dmg)_2 = 4 \times 2 = 8$

86 ينطبق لأنه يخضع لعنصر الرادون Rn_{86}

نجد التكافؤ الاولي لـ Ni أولا

$[Ni(en)_3]^{+2}$

$X + (0 \times 3) = +2$

$X + 0 = +2$

$X = +2$

$Ni = 28$

$= 2 -$

ثنائي السن أربعة الالكترونات

$\overset{+2}{Ni} = 26$

+

$(en)_3 = 4 \times 3 = 12$

38 لا ينطبق لأنه لا يخضع لأي من العناصر النبيلة

ملاحظة :-

ان المعقدات الكاربونيل الفلزيه $[M(XO)_x]$ يخضع لقاعدة (E.A.N) باستخدام هذه العلاقة يمكن استنتاج العدد التناسقي للكاربونيلات :-

$[Ni(Co)_4]$	$[Fe(Co)_5]$	$[Cr(Co)_6]$
$Ni = 28e^-$	$Fe = 26e^-$	$Cr = 24e^-$
$4Co = 8e^-$	$5Co = 10e^-$	$6Co = 12e^-$
$36e^-$	$36e^-$	$36e^-$

هنالك بعض المركبات تتواجد بشكل مزدوجات جزيئية او متعددة الجزيئات (بوليمرات) لان العدد الذري لهذه الفلزات (الانتقالية) يكون فردي $_{75}Re, _{27}Co, _{25}Mn$

$Re\bullet —— \bullet Re$ $\quad 75 + 1e^- = 76$

$Mn\bullet —— \bullet Mn$ $\quad 25 + 1e^- = 26$

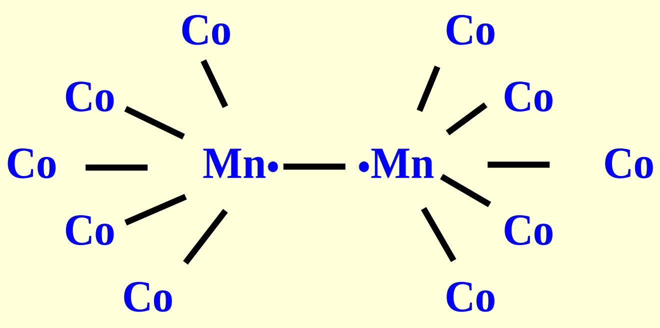
$Co\bullet —— \bullet Co$ $\quad 27 + 1e^- = 28$

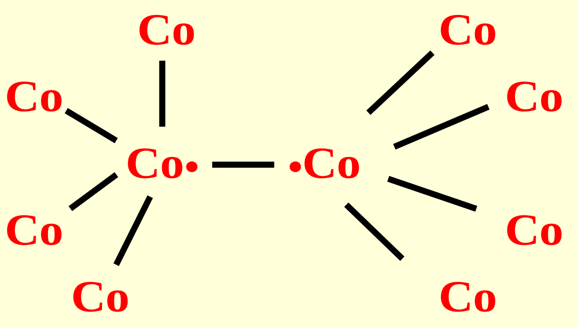
مثال

جد العدد الذري الفعال للمعقدات التالية :-

1- $[Co_2(Co)_8]$ $\quad [Mn_2(Co)_{10}]$

الحل





$Mn = 25$

$+1$ يكتسب e^- من Mn الثانية

26

$5Co = 10$

36 ينطبق على $_{36}Kr$

$Co = 27$

$+1$ يكتسب e^- من Co الثانية

28

$4Co = 8$

36 ينطبق على $_{36}Kr$

رحلة التفوق في السادس

تمرين (5−4) واجب احسب العدد الذري الفعال للمعقد $[Re_2(Co)_{10}]$ ثم بين هل ينطبق للقاعدة ام لا ؟ اذا علمت ان العدد الذري لـ Re هو 75

الجواب / 86 ينطبق

تسمية المركبات التناسقية

نبدأ بتسمية المركبات التناسقية كما في المركبات البسيطة حيث نبدأ بالأيون السالب ثم الايون الموجب قد يكون المعقد ايونا فقط موجب او سالب مثلا

$[Fe(CN)_6]^{-3}$ ايون سالب

$[Ni(NH_3)_4]^{+2}$ ايون موجب

فعند التسمية هنا نقول كلمة ايون ثم نبدأ التسمية دائما من اليمين الى اليسار اي الليكندات اولا ثم العنصر الانتقالي

$[Fe(CN)_6]^{-3}$ ليكيند سالب

ايون سداسي سيانو الحديد III

$[Ni(NH_3)_4]^{+2}$ ليكيند متعادل

ايون رباعي امين النيكل II

ملاحظة :- اذا كان الليكيند سالب فعند التسمية ينتهي بالحرف (و) دائما واغلب هذه الليكيندات هي سالب واحد اما السالبة (−2) فهو قليله $C_2O_4^{-2}, CO_3^{-2}$ كاربونيتو اوكزالات

ملاحظة :- الليكيند المتعادل يكتب كما هو عدا الماء يكتب (اكوا) والامونيا يكتب (امين) اغلب الليكيندات المتعادلة هي :

NH_3 / H_2O / (en) / C_5H_5N / CO / No

اما اذا كانت المعقدات التناسقية مركبات تحتوي على ايون سالب بسيط وموجب معقد مثلا

صفر متعادل

$[pt(H_2O)_4]^{+2}\ Cl^{-1}_2$

موجب معقد — سالب بسيط

رحلة التفوق في السادس

هنا يجب معرفة العدد التأكسدي للذرة المركزية (التكافؤ الاولي) لـ (Pt) حيث عند التسمية يذكر العدد التأكسدي لها وعند التسمية نبدأ بأيون السالب بدون ذكر عدد ذراته ثم نسمي الليكيند ثم الذرة المركزية مع تكافؤها حيث يذكر بالعلامات التالية

I (1+) II (2+) III (3+) IV (4+) V (5+) VI (6+)

نبدأ بالتسمية : ← كلوريد رباعي اكوا البلاتين II

اما في حالة وجود اكثر من ليكيند نبدأ بتسمية الليكيندات حسب ابجدية الحروف باللغة الانكليزية مثل :-

$$\left[Pt(NH_3)_3 \overset{1-}{Br} (\overset{1-}{NO_2}) \overset{1-}{Cl}\right]^{+1} Cl$$

N C B A

كلوريد ثلاثي امين بروموكلورو نايترو بلاتين IV

ملاحظة :- لمعرفة الجزء المعقد من المركبات التناسقية فهو من خلال الاقواس الكبيرة [المعقد] اما الجزء المعقد يكون سالب او موجب او ياتي أيون متعادل مثل

صفر صفر

$$\left[CO(NH_3)_4\right]$$

عند تسمية الليكيندات ذات صيغة معقدة مثل اثلين ثنائي امين (en) وداي مثيل كلايكوسوايد $(\overset{-1}{dmg})$ فاذا كان احادي يذكر كما هو وذا كان ثنائي يلفظ (بس) والثلاثي (ترس)

ملاحظة : - اذا كان المعقد يحمل شحنة سالبة ويوجد جزء موجب مثل الصوديوم او البوتاسيوم .... فان الذرة المركزية تضاف لها لفضة (ات) مثل نيكلات الصوديوم ، كوبلتات البوتاسيوم ..... وحديد يسمى بـ (فيرات) . ويجب ملاحظة شحنة الايون المعقد لانها تظهر على الايون البسيط

سؤال : - سم المركبات المعقدة التالية : -

-1 $\left[Fe(en)_3 \overset{-1}{NO_2}\right]^{+2}$

$X + (0 \times 3) + (-1) = +2$

$X + 0 - 1 = +2$

$X = +2 + 1$

$X = \boxed{+3}$

ايون ترس اثلين ثنائي امين نايترو حديد III

-2 $Na_2\left[Pt(CN)_5^{-1} (N_2O)^{-1}\right]^{-2}$

خماسي سيانو نايترو بلاتينات V الصوديوم

-3 $\left[\overset{+3}{Ni}(\overset{-1}{N_3})(\overset{0}{NH_3})_5\right]^{+2} SO_4$ (-2)

كبريتات خماسي امين ازيدو النيكل III

رحلة التفوق في السادس

-4 $(NH_4)_2\left[\overset{+4}{Cr}(\overset{-1}{SCN})_6\right]^{-2}$

سداسي ثايو سياناتو كرومات IV الامونيوم

-5 $\left[\overset{+3}{Cr}(\overset{0}{NH_3})_6\right]^{+3}(\overset{-1}{NO_3})_3$

نترات سداسي امين الكروم III

نظرية اصرة التكافؤ

وهي نظرية تنص على حدوث تكوين اصرة تناسقية بين حامض لويس (فلز الانتقالي) لا احتواءه على اوربتالات فارغة . وقاعدة لويس (ليكيند) الذي يحتوي على مزدوجات الالكترونية حرة وهي ذات علاقة وثيقة (بالتهجين) والشكل الهندسي للمعقدات حيث تمثل الاوربتالات الفارغة بمربعات :-

d^8					S^0	$4P^0$		
⇅	⇅	⇅	⇅	:	:	:	:	
				$\ddot{N}H_3$	$\ddot{N}H_3$	$\ddot{N}H_3$	$\ddot{N}H_3$	

$(d\ \ s\ \ p^2)$

سؤال

ما هي نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد التالي $[ZnCl_2]^0$ علما ان العدد الذري للخارصين 30

الحل

ملاحظة :- يجب تحديد العنصر الانتقالي من اي سلسلة الانتقالية

أ . الأولى من Sc_{21} إلى Zn_{30} حيث يكون العنصر النبيل هو $[Ar]_{18}$

ب . الثانية من Y_{39} إلى Cd_{48} حيث يكون العنصر النبيل هو $[Kr]_{36}$

ج . الثالثة من Hf_{72} إلى Hg_{80} حيث يكون العنصر النبيل هو $[Xe]_{54}$

نعمل هذا الترتيب بدلا من كتابة البنية الالكترونية للعناصر بشكل تام

هنا يجب استخراج التكافؤ الأولي للعنصر الانتقالي لكي نتعرف على عدد الالكترونات المفقودة من العنصر

$$X+(-1\times 2)=0$$

$$X-2=0 \Rightarrow X=+2$$

$$Zn^{+2}$$

فقدان 2

$$Zn^{+2}_{30}:[Ar]_{18}\ 3d^{10}\ 4S^0\ 4P^0$$

$3d^{10}$					$4S^0$	$4P^0$		
⇅	⇅	⇅	⇅	⇅	:	:		
					$\ddot{C}l$	$\ddot{C}l$		

∴ نوع التهجين هو Sp والشكل الهندسي هو مستقيم خطي والصفة المغناطيسية هي دايا مغناطيسية لعدم وجود الالكترونات منفردة في اوربتال d

ملاحظة : -

١ـ يكون الترتيب الالكتروني للعناصر الانتقالية اذا كانت من :-

أـ السلسله الانتقالية الأولى — $3d \quad 4S \quad 4\overset{0}{P}$

حيث يكون دائما اوربتال P خالي من الالكترونات لان العدد الذري لا يصل اليه اما الاوربتال S فهو توجد فيه الإلكترونين وبعدها يميل العنصر لفقدانهما لتكوين ايون موجبا دائما اي ان حالة فقدان الالكترونات العنصر تتم من الاوربيتال (S) أولا ثم بقية الالكترونات من اوربتال d

ب ـ السلسلة الانتقالية الثانية — $4d \quad 5S \quad 5\overset{0}{P}$

ج ـ السلسلة الانتقالية الثالثة — $4\overset{14}{F} \; 5d \quad 6S \quad 6\overset{0}{P}$

هنا يجب الانتباه ان الاوربيتال f يفتح في الذرة ذات العدد الذري الكبير اي في السلسله الثالثة وليس له دور في عملية التهجين

٢ـ في السلسلة الانتقالية الاولى :-

اذا وجد الالكترونات منفردة في اوربتال (d) فنعمل على أزواجها في حالة كون الليكند قوي لأنه ضاغط اما كون اللكيند ضعيف فانه لا يعمل على أزواج الالكترونات المنفردة . لذلك يجب معرفة الليكيند القوي من الضعيف وبما ان الضعيف عدده قليل لذلك يحفظ وغيره يعتبر من الليكيندات القوية

الليكندات الضعيفة هي $[H_2O, OH, I, F, Br, Cl]$

إما السلسلتين الثانية والثالثة :- فنعمل على ازواج الالكترونات بغض النظر عن نوع الليكيند قويا كان أم ضعيفا

اعداد وترتيب الأستاذ : حيدر يحيى علوان

سؤال

ما هو نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد التالي $[Ag(NH_3)_3]^+$ العدد الذري Ag=47 .

الحل

1. لكل نوع من التهجين شكل هندسي مميز له حيث

SP ⟵ مستقيم خطي

SP^2 ⟵ مثلث مستوي

SP^3 ⟵ منتظم رباعي الاوجه

dSP^2 ⟵ مربع مستوي

2 - في مرحلة درستنا نقتصر على مجال التناسق في عملية التهجين رباعي اما الاكثر فهو خارج نطاق دراستنا

3 - معرفة الصفة المغناطيسية اذا كانت الالكترونات مزدوجة في اوربتال (d) اي خال من الالكترونات المنفردة فهو ذات صفات دايا مغناطيسية اما اذا وجدت الالكترونات منفردة في اوربتال (d) فان المعقد له صفات بارا مغناطيسية

$[Ag(NH_3)_3]^+$

$X + (0 \times 3) = +1$

$X + 0 = +1 \Rightarrow X = \boxed{+1}$

$Ag^{+1}_{47} : [Kr]_{36}\ 4d^{9}\ 5S^{\boxed{1}}\ 5P^{0}$

$4d^{10}\ 5S^{0}\ 5P^{0}$

$4d^{10}$					$5S^0$	$5P^0$		
⥮	⥮	⥮	⥮	⥮	:	:	:	
					$\ddot{N}H_3$	$\ddot{N}H_3$	$\ddot{N}H_3$	

∴ نوع التهجين هو SP^2 والشكل الهندسي هو مثلث مستوي والصفة المغناطيسية هي دايا مغناطيسية

سؤال واجب

ما هو الشكل الهندسي والصفة المغناطيسية ونوع التهجين للمعقدات التالية :-

$[ZnCl_2(NH_3)_2]$, $[Cu(NH_3)_4]^+$

سؤال

ما هو نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للأيون المعقد $[HgI_4]^{-2}$ العدد الذري Hg = 80

الحل

$= X + (-1 \times 4) = -2$

$X - 4 = -2 \Rightarrow X = -2 + 4$

$\therefore X = \boxed{+2}$

$Hg^{+2}_{80} : [Xe]_{54}\ 4F^{14}\ \ 5d^{10}\ \ 6S^{0}\ \ 6P^{0}$

رحلة التفوق للسادس الاعدادي

| ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | | : | | : | : | : |

$\ddot{I}$ $\ddot{I}$ $\ddot{I}$ $\ddot{I}$

∴نوع التهجين هو SP^3 والشكل الهندسي هو هرم رباعي الأوجه منتظم والصفة دايا مغناطيسية

سؤال ما هو نوع التهجين والاشكال الهندسية والصفة المغناطيسية للمعقدين التالين

الحل

$[Ni(CN)_4]^{-2}$

$Ni^{+2}_{28} : [Ar]_{18} \quad 3d^{8} \quad 4S^{0} \quad 4P^{0}$

| ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | : | | : | | : | : | |

$\ddot{C}N$ $\ddot{C}N$ $\ddot{C}N$ $\ddot{C}N$

ليكيند قوي يزدوج الالكترونات المنفردة

∴نوع التهجين هو dSP^2 الشكل الهندسي مربع مستوي ذات صفات دايا مغناطيسية

$[Ni(Cl)_4]^{-2}$

$Ni^{+2}_{28} : [Ar]_{18} \quad 3d^{8} \quad 4S^{0} \quad 4P^{0}$

| ↑↓ | ↑↓ | ↑↓ | ↑ | ↑ | | : | | : | : | : |

$\ddot{C}l$ $\ddot{C}l$ $\ddot{C}l$ $\ddot{C}l$

ليكيند ضعيف لا يزدوج

∴نوع التهجين هو SP^3 الشكل الهندسي متنظم رباعي الاوجة ذات صفات بارامغناطسية

اعداد وترتيب : الأستاذ حيدر يحيى علوان

الرخم المغناطيسي μ

زخم الالكترونات الناتجة من عملية البرم حيث يحسب من خلال عدد الالكترونات المنفردة الموجودة في اوربتال (d) للعناصر الانتقالية بالشكل التالي :-

$$\mu = \left[e(e+2)\right]^{\frac{1}{2}}$$

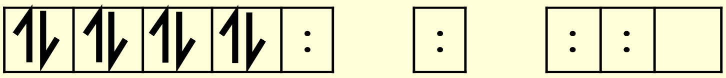
وحداته B . M بورمغنتون

مثال (5-5) لنفرض ان للكوبلت II المعقد $\left[Co(L)_4\right]^{+2}$ حيث ان L يمثل ليكيند احادي المخلب ومتعادل اكتب تهجين هذا المعقد على فرض الليكيند مرة قوي ومرة اخرى ضعيف ثم بين الزخم المغناطيسي لكل منهما ؟

الحل

على فرض ان الليكيند قوي يزوج

$$Co^{+2}_{27} : [Ar]_{18}\ 3d^7\ 4S^0\ 4P^0$$



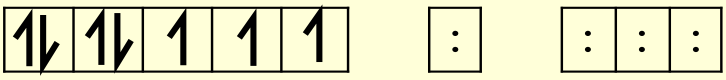
L L L L

التهجين هو (dsp^2) مربع مستوي الالكترونات المنفردة =(1)

$$\mu = \left[1(1+2)\right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow \sqrt{3} \Rightarrow \mu = 1.73 \quad B.M$$

على فرض ان الليكيند ضعيف لا يزوج

$$Co^{+2}_{27} : [Ar]_{18}\ 3d^7\ 4S^0\ 4P^0$$



L L L L

التهجين هو (sp^3) منتظم رباعي الاوجه الالكترونات المنفردة =(3)

$$\mu = \left[3(3+2)\right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow \sqrt{15} \Rightarrow \mu = 3.87 \quad B.M$$

ملاحظة :

لا يجاد الزخم المغناطيسي ومعرفة عدد الالكترونات المنفردة للعنصر الانتقالي الموجود في المعقد نأخذ كل الإعداد الالكترونية المنفردة في اوربتال (d) من 1 إلى 5 بحسب ما يستوعب اوربتال (d) بحيث يكون علاقة الزخم المغناطيسي لها كالاتي :

$$\left[e(e+2)\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$1-\left[1(1+2)\right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow \left[1(3)\right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow \sqrt{3} \Rightarrow \boxed{1.73} \quad BM$$

$$2-\left[2(2+2)\right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow \left[2(4)\right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow \sqrt{8} \Rightarrow \boxed{2.82} \quad BM$$

$$3-\left[3(3+2)\right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow \left[3(5)\right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow \sqrt{15} \Rightarrow \boxed{3.87} \quad BM$$

$$4-\left[4(4+2)\right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow \left[4(6)\right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow \sqrt{24} \Rightarrow \boxed{4.89} \quad BM$$

$$5-\left[5(5+2)\right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow \left[5(7)\right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow \sqrt{35} \Rightarrow \boxed{5.9} \quad BM$$

مثال

مثال اذا كان الزخم المغناطيسي μ للمعقد $\left[Cr(Cl)_4\right]^{-2}$ =4.89 BM فما نوع التهجين وما الشكل الهندسي لهذا المعقد اعتمادا على نظرية أصرة التكافؤ

الحل

$$\eta=\left[e(e+2)\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$4.89=\left[e(e+2)\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$(4.89)^2=e^2+2e$$

$$(24)=e^2+2e$$

$$e^2+2e+24=0$$ بالتجربة

$$(e+6)(e-4)$$

e4 -
e6 +
e2 =

$e+6=0$

$e=\boxed{-6}$ يهمل

$e-4=0$

$e=\boxed{4}$ يأخذ

عدد الالكترونات المنفردة

↿	↿	↿	↿	:

:

:	:	

اعداد وترتيب : الأستاذ حيدر يحيى علوان
رحلة التفوق في السادس
عطاءٌ بلا حدود

تمرين (5-7) وزاري ٢٠١٣ الدور الأول لماذا المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ بارا مغناطيسي بينما المعقد دايا مغناطيسي ؟ وضح ذالك وفق نظرية أصرة التكافؤ

الحل

$[NiCl_4]^{-2}$

$Ni_{28} : [Ar]_{18} \quad 3d^8 \quad 4S^2 \quad 4P^0$

$Ni^{+2}_{28} : [Ar]_{18} \quad 3d^8 \quad 4S^0 \quad 4P^0$

يفقد الإلكترونين من S

3d: ↿⇂ ↿⇂ ↿⇂ ↿ ↿ | 4S: [:] | 4P: [: | : | :]

Cl | Cl Cl Cl

∴نوع التهجين هو (sp^3)

من السلسلة الانتقالية الاولى حيث يعتمد على نوع الليكيند ولأنه ضعيف فلا يعمل على ازدواج الالكترونات المنفردة الموجودة في (d)

وذلك صفات المعقد بارا مغناطيسي بسبب وجود إلكترونين المنفردين إما المعقد $[PtCl_4]^{-2}$

$Pt_{87} : [Xe]_{54} \quad 4F^{14} \quad 5d^8 \quad 6S^2 \quad 6P^0$

$Pt^{2+} : [Xe]_{54} \quad 4F^{14} \quad 5d^8 \quad 6S^0 \quad 6P^0$

5d: ↿⇂ ↿⇂ ↿⇂ ↿ ↿ | 6S: [:] | 6P: [: | : | :]

لان pt من السلسلة الانتقالية الثالثة فأننا نعمل على ازدواج الإلكترونين المنفردين

$5d^8 \quad 6S^0 \quad 6P^0$

5d: ↿⇂ ↿⇂ ↿⇂ ↿⇂ [:] | 6S: [:] | 6P: [: | : |]

التهجين هو (dsp^2) ولعدم وجود الالكترونات منفردة في اوربتال (d) اذن المعقد من الصفات الدايا مغناطيسية

اعداد وترتيب : الأستاذ حيدر يحيى علوان

تمرين (5-8) اعتمادا على نظرية اصرة التكافؤ ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقدين ثم احسب μ لكل منها $[Co(H_2O)_4]^{+2}$, $[PdCl_4]^{2-}$

الحل

المعقد $[Co(H_2O)_4]^{+2}$ فيه Co من سلسلة الانتقالية الأولى وليكيند ضعيف لا يعمل على ازدواج الإلكترونات المنفردة في (d)

اذن التهجين SP^3 والشكل الهندسي هو رباعي منتظم الصفة بارامغناطيسية

$${}_{27}Co : [Ar]_{18} \quad 3d^7 \quad 4S^2 \quad 4P^0$$

$${}_{27}Co^{+2} : [Ar]_{18} \quad 3d^7 \quad 4S^0 \quad 4P^0$$

3d: ⇅ ⇅ ↑ ↑ ↑ | 4S: : | 4P: : : :

↑ H_2O ↑ H_2O ↑ H_2O ↑ H_2O

$$\mu = [e(e+2)]^{\frac{1}{2}}$$

$$\mu = [3(3+2)]^{\frac{1}{2}}$$

$$\mu = [3(5)]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow \sqrt{15} \Rightarrow 3.87\ BM$$

اما المعقد $[PdCl_4]^{2-}$ فيه البلادنيوم Pd من السلسلة الانتقالية الثانية وبغض النظر عن الليكيند ضعيف نعمل على ازدواج الالكترونات المنفردة في (d)

$${}_{46}Pd : [Kr]_{36} \quad 4d^8 \quad 5S^2 \quad 5P^0$$

$${}_{46}Pd^{+2} : [Kr]_{36} \quad 4d^8 \quad 5S^0 \quad 5P^0$$

4d: ⇅ ⇅ ⇅ ↑ ↑ | 5S: : | 5P: : : :

نعمل على ازدواج الالكترونات المنفردة لان Pd من السلسلة الثانية

$4d^8 \quad 5S^0 \quad 5P^0$

4d: ⇅ ⇅ ⇅ ⇅ : | 5S: : | 5P: : : (فارغ)

↑ Cl ↑ Cl ↑ Cl ↑ Cl

اذن التهجين dSP^2 والشكل الهندسي هو مربع مستوي الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسية

$$\mu = [e(e+2)]^{\frac{1}{2}}$$

$$\mu = 0$$ لعدم وجود الالكترونات منفردة

الأعداد التناسقية والأشكال الهندسية المتوقعة

أولا : العدد التناسقي 2 :-

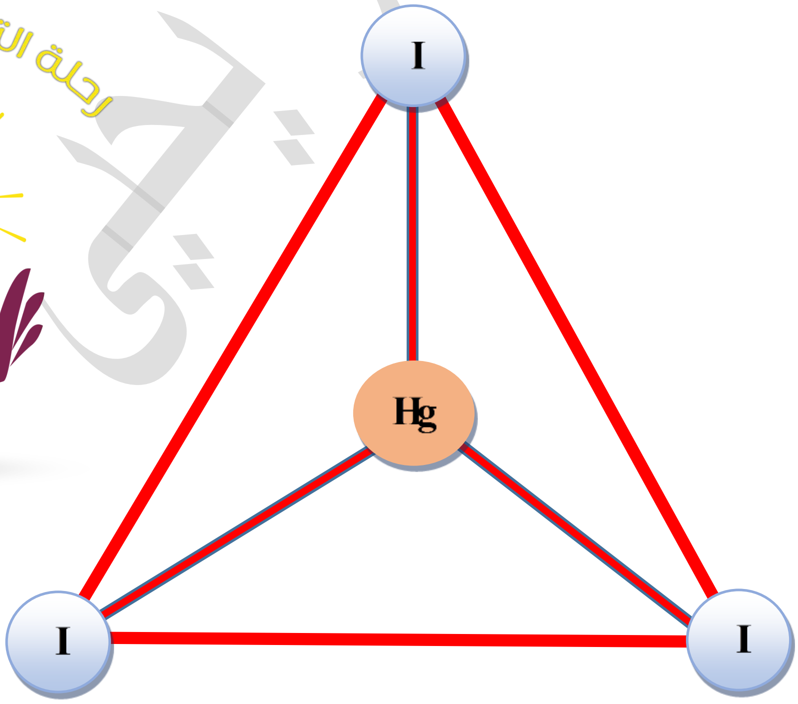
يعد العدد التناسقي 2 نادرا، والمعقد $[Ag(NH_3)_2]^+$ من أحسن الأمثلة التي تعبر عن هذا العدد التناسقي .وكما هو متوقع فان هذا الايون المعقد يمتلك التركيب الخطي $[H_3N-Ag-NH_3]^+$ ويكون هذا العدد التناسقي شائعاً في معقدات النحاس (I) والفضة (I) والذهب (I) وكما يتضح في الأمثلة الآتية :-

$$[NC-Ag-CN]^- \; ; \; [Cl-Au-Cl]^- \; ; \; [CN-Cu-CN]^-$$

$[Ag(NH_3)_2]^+$ (SP) مستقيم خطي

أولا : العدد التناسقي 3 :-

المعقدات التي تمتلك العدد التناسقي ثلاثة نادرة أيضا ، والأمثلة في هذا المجال قليلة ويعد الايون المعقد السالب $[HgI_3]^-$ من أحسن الأمثلة على ذلك والشكل الهندسي المتوقع لهذا النوع من المعقدات هو شكل المثلث المستوي (Trigonal Planer)



$[HgI_3]^-$ (SP^2) مثلث مستوي

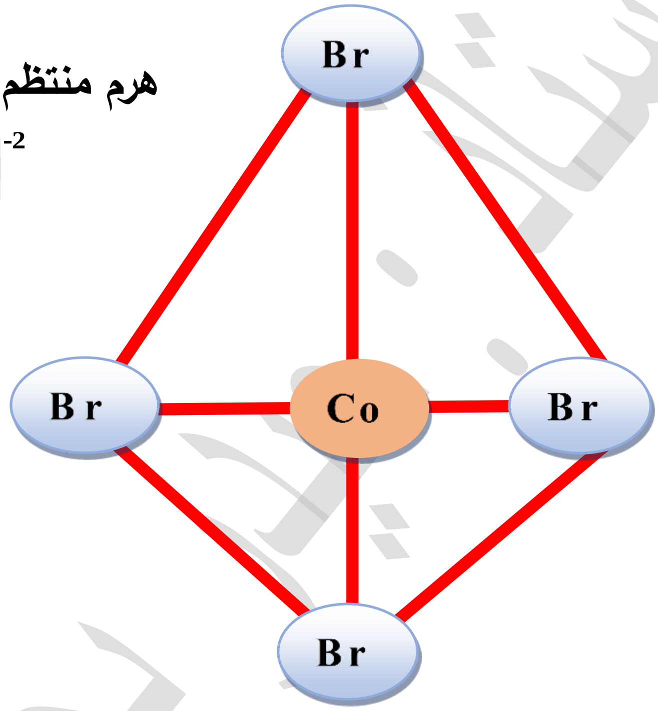
الأعداد التناسقية والأشكال الهندسية المتوقعة

ثالثا: العدد التناسقي 4 :-

يُعَدُّ العدد التناسقي 4 من اكثر الاعداد التناسقية شيوعاً ويكون للمعقدات التناسقية من هذا النوع أهمية كبيرة في الكيمياء التناسقية، حيث تترتب الاعداد حول ذرة الفلز المركزية بشكل ينتج عنه معقد تناسقي بشكل رباعي الأوجه (Tetrahedral) اومربع مستوٍ (Square planer) ومن الأمثلة على المعقدات التناسقية ذات الشكل رباعي الاوجه منتظم هي $[CoBr_4]^{-2}$ و $[FeCl_4]^{-}$

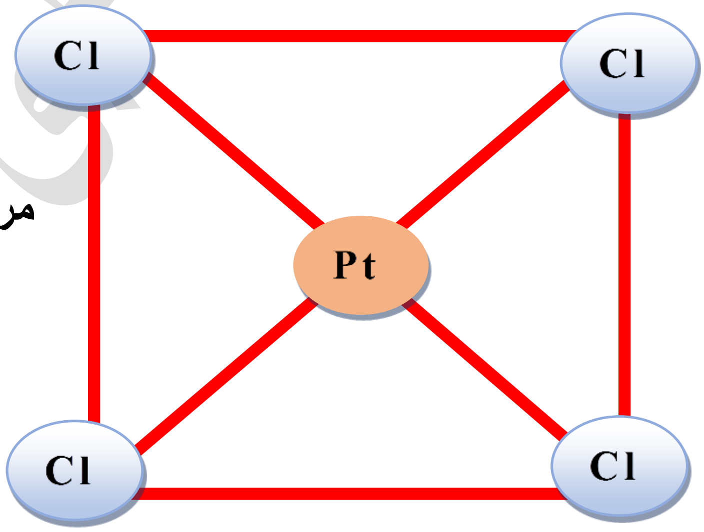
هرم منتظم رباعي الاوجة (SP^3)

$[Co(Br)_4]^{-2}$



مربع مستوي (dSP^2)

$[Pt(Cl)_4]$



المعادلات الرئيسة :

الزخم المغناطيسي

$$\mu(B.M) = [e(e+2)]^{1/2}$$

المفاهيم الأساسية :

الملح المزدوج والمركب التناسقي

عند مزج محلولي ملحين بسيطين بنسب مولية بسيطة نحصل على نوعين من مركبات الاضافة هما الملح المزدوج (Doble Salt) والمركب التناسقي (Coordination Compound) والملح المزدوج هو مركب اضافة مستقر يعطي عند اذابته في الماء كافة الايونات المكونة له بحيث يحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة .اما المركب التناسقي فهو ايضا مركب اضافة مستقر لكنه لا يعطي كافة الايونات المكونة له عند ذوبانه في الماء ,أي ان الصفات المستقلة لقسم من الايونات المكونة له سوف تختفي .

نظرية السلسلة Chain Theory

وهي النظرية التي تفسر تكون المركبات التناسقية بافتراض ان الليكندات ترتبط مع بعضها على شكل سلسلة على غرار تكوين السلاسل بين ذرات الكاربون الذي كان معروفا في الكيمياء العضوية وترتبط مع الايون المركزي لاشباع نوع واحد من التكافؤ

نظرية فرنر Werner's Theory

وهي النظرية التي تفسر تكون المركبات التناسقية بافتراض ان اكثر العناصر تمتلك نوعين من التكافؤ ,تكافؤ اولي يعرف بحالة التاكسد وتكافؤ ثانوي يعرف بعدد التناسق .ويحاول كل عنصر عند اشتراكه في تكوين مركب تناسقي اشباع كلا التكافئين حيث تتشبع التكافؤات الاولية بايونات سالبة اما التكافؤات الثانوية فتتشبع بايونات سالبة او جزيئات متعادلة .

الليكند Ligand

جزيء او ايون سالب الشحنة يرتبط بالايون المركزي من خلال ذرة مانحة واحدة او اكثر من المزدوجات الالكترونية وعندما يهب الليكند مزدوجا واحدا من الالكترونات فانه يدعى احادي المخلب (monodentate) وعندما يهب زوجين من الالكترونات يدعى ثنائي المخلب (bidentate) وعندما يهب اكثر من زوجين من الالكترونات يدعى متعدد المخلب (multidentate)

قاعدة العدد الذري الفعال (EAN) Effective Atomic Number Rule

تنص هذه القاعدة على ان المعقد التناسقي يصبح مستقرا اذا كان مجموع الالكترونات الموجودة على الفلز

والالكترونات الممنوحة من قبل الليكندات تساوي العدد الذري لأحد الغازات النبيلة Kr او Xe او Rn ويسمى المجموع الكلي للالكترونات على الذرة المركزية والممنوحة من الليكندات بالعدد الذري الفعال .

نظرية اصرة التكافؤ Valence Bond Theory (VBT)

تعد هذه النظرية تكوين المركبات التناسقية تفاعلا بين حامض لويس(الفلز)وقاعدة لويس(الليكند)مع تكوين اصرة تناسقية بينهما .وهي ذات علاقة وثيقة بالتهجين والشكل الهندسي للمعقدات .وتمثل في هذه النظرية اوربيتالات الفلز بمربعات(او في بعض الأحيان دوائر)لبيان توزيع الكترونات الغلاف الخارجي للفلز والالكترونات الآتية من الليكندات.

الاعداد التناسقية والاشكال الهندسية

ان للعدد التناسقي ((عدد الليكندات التي ترتبط بالايون المركزي باواصر تناسقية مضروبة في عدد المخالب)) علاقة بالشكل الهندسي المتوقع للمعقد التناسقي .فاذا كان العدد التناسقي يساوي 2 فان الشكل الهندسي المتوقع يكون ذو تركيب خطي، اما اذا كان العدد التناسقي يساوي 3 فان الشكل الهندسي المتوقع يكون مثلث مستوي (Trig nal Planer) .

واذا كان العدد التناسقي يساوي 3 فان الشكل الهندسي المتوقع يكون اما بشكل رباعي الاوجه منتظم (Tetrahedral) او مربع مستوي (Square Planer)

حل أسئلة الفصل الخامس

سؤال (5-1) ما الذي يميز العناصر الانتقالية عن العناصر الممثلة

الجواب

١ـ لها اوربتالات d او f مملوءة جزئيا لذلك تتصف العدد من مركباتها بالصفات البارامغناطيسية

٢ـ لها حالات تاكسد متعددة

٣ـ العديد من مركباتها ملونة

٤ـ لها ميل كبير لتكوين ايونات او مركبات معقدة

رحلة التفوق للسادس الاعدادي

سؤال (5-2) ما الفرق بين الاملاح المزدوجة والمركبات المعقدة

الجواب

الملح المزدوج	المركب التناسقي
1 – هو مركب إضافة مستقر عند ذوبانه في الماء يعطي كافة الايونات المكونة له ،	1 – هو مركب إضافة مستقر عند ذوبانه في الماء لا يعطي كافة الايونات المكونة له ،
2 – يحتفظ كل في الملح بصافته المستقلة	2 – يحتفظ قسم من الايونات المكون له
3– مثال على الملح المزدوج ملح مور $FeSO_4.(NH_4)_2SO_4$	3– مثال على مركب التناسقي $CuSO_4.4NH_3$

سؤال (5-3) عند مزج محلول $FeSO_4$ مع محلول $(NH_4)_2SO_4$ بنسبة مولية 1 : 1 فان الناتج يعطي كشفا لأيون Fe^{2+} بينما عند مزج محلول $CuSO_4$ مع محلول الامونيا بنسبه 1 : 4 فان الناتج لا يعطي كشفا لأيون Cu^{2+} وضح ذلك ؟

الجواب

عند مزج $FeSO_4$ مع $(NH_4)_2SO_4$ بنسبة 1 : 1 فان الناتج

$$(NH_4)_2SO_4 + FeSO_4 \longrightarrow FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4$$ ملح مور

اما عند مزج محلول $CuSO_4$ مع الامونيا بنسبه 1 :4 فان الناتج وفق المعادلة التالية

$$CuSO_4 + 4NH_3 \longrightarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4$$

الناتج هو مركب تناسقي يذوب في الماء وفق المعادلة :

$$[Cu(NH_3)_4]SO_4 \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{2+} + SO_4^{2-}$$

حيث يعطي كشفا لأيون SO_4^{2-} فقط

سؤال (5-4)

عرف العدد الذري الفعال ثم احسب قيمته لكل من المعقدات التالية :-

1- $[PtCl_6]^{2-}$ 2- $[Pt(NH_3)_6]$ 3- $[FeCl_4]^-$

4- $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ 5- $[Ag(NH_3)_2]^+$

الجواب

هو مجموع عدد الالكترونات الموجودة على الفلز او الايون المركزي والالكترونات الممنوحة من الليكيندات

1 -

$[PtCl_6]^{2-}$

$Pt = 78\ e^-$

$Pt^{4+} = 74\ e^-$

$6Cl^- = 12\ e^-$

$[PtCl_6]^{2-} = 86\ e^-$

2 -

$[Pt(NH_3)_6]$

$Pt = 78\ e^-$

$6NH_3 = 12\ e^-$

$[Pt(NH_3)_6] = 90\ e^-$

3 -

$[FeCl_4]^-$

$Fe = 26\ e^-$

$Fe3^+ = 23\ e^-$

$4Cl^- = 8\ e^-$

$[FeCl_4]^- = 31\ e^-$

4 -

$[Cr(NH_3)_6]^{3+}$

$Cr = 24\ e^-$

$Cr3^+ = 21\ e^-$

$6NH3 = 12\ e^-$

$[Cr(NH_3)_6]^{3+} = 33\ e^-$

5 -

$[Ag(NH_3)_2]^+$

$Ag = 47\ e^-$

$Ag^+ = 46\ e^-$

$2NH_3 = 4\ e^-$

$[Ag(NH_3)_2]^+ = 50\ e^-$

رحلة التفوق في السادس

سؤال (5-5)

ما العدد التأكسدي (التكافؤ الاولي) للحديد في المركبات الآتية :-

1- $[Fe(Co)_5]$ 2- $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$

3- $K_3[Fe(CN)_6]$ 4- $[Fe(H_2O)_5(NO)]SO_4$

الجواب

1 - $[Fe(Co)_5]$

$X + (0 \times 5) = 0$

$X + 0 = 0$

$X = 0$

2 - $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$

$X + (-2 \times 3) = -3$

$X - 6 = -3$

$X = -3 + 6 \Rightarrow X = +3$

3 - $K_3[Fe(CN)_6]^{-3}$

$X + (-1 \times 6) = -3$

$X - 6 = -3$

$X = -3 + 6$

$X = +3$

4 - $[Fe(H_2O)_5(NO)]SO_4$

$X + (0 \times 5) + (0 \times 1) = +2$

$X + 0 + 0 = +2$

$X = +2$

حديد =2 +

سؤال (5-6) سم المركبات المعقدة الاتية :-

الجواب

1- $[Fe(H_2O)_5(NO)]^{2+}$ ايون خماسي اكوا نايتروسيل الحديد II

2- $Na_2[Fe(CN)_5(NO)]$ خماسي سيانو نايترو فيرات III الصوديوم

3- $[Co(N_3)(NH_3)_5]SO_4$ كبريتات خماسي امين ازيدو الكوبلت III

4- $K_4[Ni(CN)_4]$ رباعي سيانو نيكلات (O) البوتاسيوم

5- $[Cr(H_2O)_4Cl_2]^{+}$ واجب

6- $[Ni(en)_2Cl_2]^{+2}$ ايون ثنائي كلورو بس(اثلين ثنائي امين) النيكل IV

7- $[Co(NO_2)_3(NH_3)_3]^{+2}$ واجب

8- $K_2[PtCl_6]$ سداسي كلورا بلاتينات (IV) البوتاسيوم

رحلة التفوق في السادس

سؤال (5-7) اكتب الصيغ التركيبية للمركبات التناسقية الاتية :-

الجواب

ا ـ نترات ترس(اثلين ثنائي امين) كوبلت III $[Co(en)_3](NO_3)_3$

ب ـ سداسي سيانو نيكلات (O) بوتاسيوم $K_6[Ni(CN)_6]$

ج:- ايون اكوا بس اوكزالاتو كرومات III $[Cr(H_2O)(C_2O_4^{-2})_2]^{-1}$

د ـ رباعي كلورو نيكلات II بوتاسيوم واجب

هـ ـ رباعي كلورو منغنات II بوتاسيوم $K_2[MnCl_4]$

و ـ كلوريد سداسي اكوا تيتانيوم III $[Ti(H_2O)_6]Cl_3$

ز ـ رباعي كاربونيل نيكل (o) $[Ni(CO)_4]$

ح ـ ايون (اثلين ثنائي امين) رباعي يودو كروم III $[Cr(en)I_4]^-$

ط :- ايون اكوسيانو بس اثلين ثنائي امين كوبلت III $[Co(H_2O)CN(en)_2]^{+2}$

ي ـ ايون رباعي امين نحاس II $[Cu(NH_3)_4]^{+2}$

سؤال (5-8) اذا كانت لديك المركبات التناسقية الثلاثة الاتية

$[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl_2 \cdot 2H_2O$	$[Cr(H_2O)_6]Cl_3$	$[Cr(H_2O)_5Cl]Cl_2 \cdot H_2O$
$X+(0\times4)+(-1\times2)=+1$ $X-2=+1$ $X=+1+2$ $X=+3$	$X+(0\times6)=+3$ $X=+3$	$X+(0\times5)+(-1)=+2$ $X+0-1=+2$ $X=+1+3$ $X=+3$
العدد التاكسيدي =3 + العدد التناسقي =6 كلوريد رباعي اكوا ثنائي كلورو الكروم III المائي	العدد التاكسيدي =3 + العدد التناسقي =6 كلوريد سداسي اكوا الكروم III	العدد التاكسيدي =3 + العدد التناسقي =6 كلوريد خماسي اكوا كلورو الكروم III المائي

سؤال (5-9) اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي

الجواب

1- إن العدد التأكسدي(التكافؤ الاولي)للكروم في الايون المعقد $[Cr(H_2O)_4Cl_2]^+$ هو :

أ - (3) ✓ ب - (1) ج- (6) د - (5)

2 - إن العدد التأكسدي(التكافؤ الاولي)للبلاتين في الايون المعقد $[Pt(C_2H_4)]^-$ هو :

أ - (1) ب - (2) ✓ ج- (4) د - (4)

3- إن الصيغة التركيبية للمركب (ثنائي كلورو بس(يوريا)نحاس (II) هي :

أ -

ب -

ج -

د - جميع الاجابات السابقة خطأ. ✓

4- إن اسم المركب على وفق نظام ال IUPAC هو:

أ - كلوريد ثلاثي أمين كلورو برومو نايترو بلاتين (IV) .

ب - كلوريد ثلاثي أمين كلورو برومو نايترو كلورو بلاتين (IV) .

ج - كلوريد ثلاثي أمين برومو كلورو نايترو بلاتين (IV) . ✓

د - كلوريد ثلاثي أمين نايترو كلورو برومو بلاتين (IV) .

اعداد وترتيب الأستاذ حيدر يحيى علوان

سؤال (5-10)

اعتماد على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) اجب عن الأسئلة التالية :-

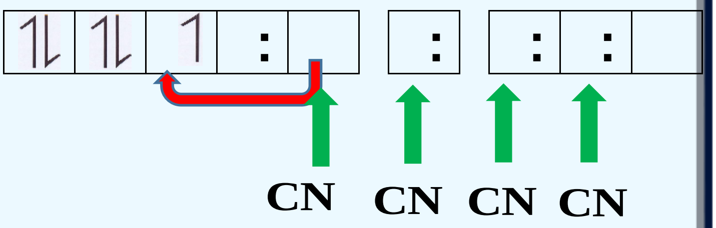
(أ) ما نوع التهجين للذرة المركزية (ب) ما الشكل الهندسي للمعقد (ج) ما الصفة المغناطيسية للمعقد ولماذا .... ؟

الحل

$[Pd(CN)_4]^{-2}$ $[Ni(dmg)_2]$ $[Co(CN)_4]^{-2}$ $[PtCl_4]^{-2}$

$[Co(CN)_4]^{-2}$

$_{27}Co^{+2} : [Ar]_{18}$ $3d^7$ $4S^0$ $4P^0$

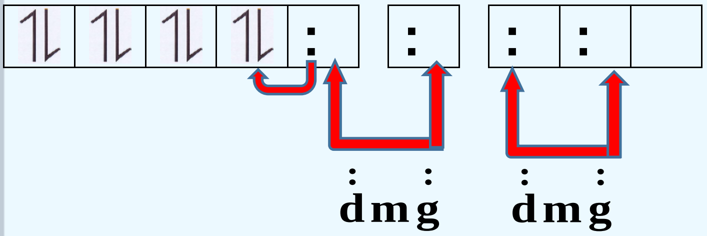


لأنه ليكند قوي يعمل على ازدواج e^-

dSP^2 مربع مستوي والصفة بارا مغناطيسي لوجود الالكترون منفرد واحد

$[Ni(dmg)_2]$

$_{28}Ni^{+2} : [Ar]_{18}$ $3d^8$ $2S^0$ $4P^0$

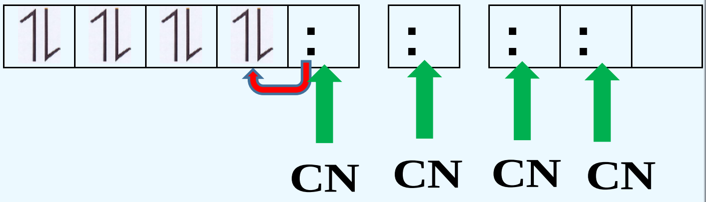


ليكند قوي يعمل على ازدواج الالكترونات المنفردة

dSP^2 مربع مستوي والصفة دايا مغناطيسية لعدم وجود الالكترونات منفردة

$[Pd(CN)_4]^{-2}$

$_{46}Pd^{+2} : [Kr]_{36}$ $4d^8$ $5S^0$ $5P^0$



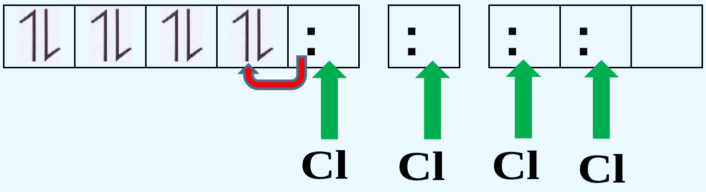
ليكند قوي وسلسلة ثانية يعمل على ازدواج الالكترونات المنفردة

dSP^2 مربع مستوي والصفة دايا مغناطيسية لعدم وجود الالكترونات منفردة في اوربتال d

$[PtCl_4]^{-2}$

$_{78}Pt^{+2}\ [Xe]_{54}\ 4F^{14}$ $5d^8$ $6S^0$ $6P^0$

$5d^8$ $6S^0$ $6P^0$



لكون السلسلة الانتقالية الثالثة فاننا نعمل على ازدواج الالكترونات المنفردة في d بغض النظر عن كون Cl ليكند ضعيف

dSP^2 مربع مستوي والصفة دايا مغناطيسية لعدم وجود الالكترونات منفردة

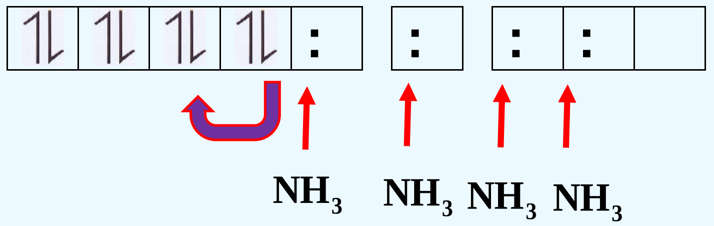
سؤال (5-11) اعتمادا على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) ما هو عدد الالكترونات المنفردة للمركبات التناسقية الاتية وما قيمة μ لكل منها

الحل 1

$$\left[Ni(NH_3)_4\right]^{+2}$$

بما ان ليكند قوي (NH_3) اذن يعمل على ازدواج الالكترونات المنفردة في d

$$_{28}Ni^{+2}:[Ar]_{18}\quad 3d^8\quad 4S^0\quad 4P^0$$



dSP^2 مربع مستوي عدد الالكترونات المنفردة = 0

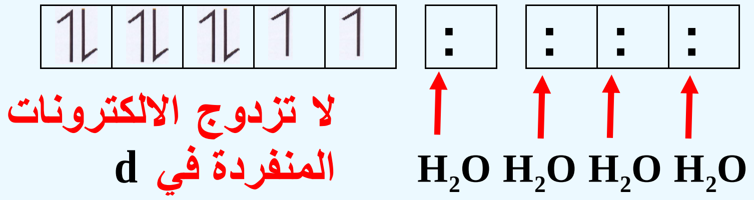
وقيمة μ = 0 والصفة دايا

الحل 2

$$\left[Ni(H_2O)_4\right]^{+2}$$

بما ان ليكند (H_2O) ضعيف اذن لا يعمل على ازدواج الالكترونات المنفردة في d للعنصر النيكل

$$_{28}Ni^{+2}:[Ar]_{18}\quad 3d^8\quad 4S^0\quad 4P^0$$



SP^3 منتظم رباعي الأوجه
عدد الالكترونات المنفردة = 2

ملاحظة

عليك حفظ بعض جذور الأرقام التي نحصل عليها من قيمة الزخم المغناطيسي لأنها لا تعطى في السؤال وهي موجودة مسبقا ....

$$\mu=\left[e(e+2)\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\mu=\left[2(2+2)\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\mu=\left[2(4)\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\mu=\sqrt{8}$$

$$\mu=2.8\ BM$$

سؤال (5–12) اذا كان الزخم المغناطيسي (μ) للمركب $[MnBr_4]^{2-}$ يساوي B.M 5.9 فما نوع التهجين وما هو شكل الهندسي المتوقع لذلك المعقد اعتمادا على نظرية اصرة التكافؤ ؟

الجواب

$$\mu = [e(e+2)]^{\frac{1}{2}}$$

$$5.9 = [e(e+2)]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow$$

$$35 = e(e+2) \Rightarrow 35 = e^2 + 2e$$

1	1	1	1	1		:		:	:	:
						Br		Br	Br	Br

$$e^2 + 2e - 35 = 0$$

$$(e-5)(e+7) = 0 \Rightarrow (e-5) = 0 \Rightarrow e = +5$$

$$(e+7) = 0 \Rightarrow e = -7$$

التهجين SP^3 الشكل الهندسي رباعي الأوجه منتظم

سؤال (5–13) لنفرض ان النيكل II في المعقد الايوني $[NiL_4]^{-2}$ يمثل L احادي المخلب جد :-

1 ـ شحنة اليكيند L 2 ـ التهجين في المعقد الايوني 3 ـ الزخم المغناطيسي

الجواب

1 ـ شحنة الليكند تستخرج من المعقد بعد ما عرفنا شحنة النيكل وهي $(2+)$ من صيغة السؤال وكذلك الشحنة الكلية للمعقد وهي 2 – بطريقة التالية :

$$[NiL_4]^{-2}$$

$$+2 + 4X = -2$$

$$\therefore \quad 4X = -2 - 2$$

$$4X = -4$$

$$X = \frac{-4}{4} \Rightarrow -1$$

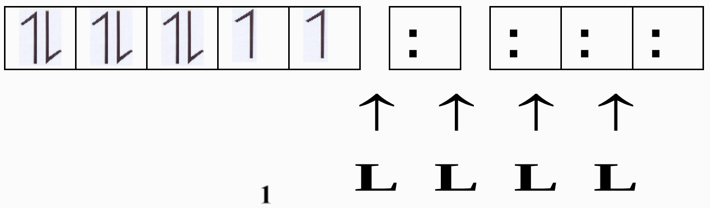
شحنة الليكند $L = -1$

—3, 2

$$[NiL_4]^{-2}$$

$$\underset{28}{Ni^{+2}} : [Ar]_{18} \quad 3d^8 \quad 4S^0 \quad 4P^0$$

(أ) لنفرض ان اليكيند ضعيف لا يعمل على ازدواج الالكترونات اذن التهجين SP^3 منتظم رباعي الأوجه



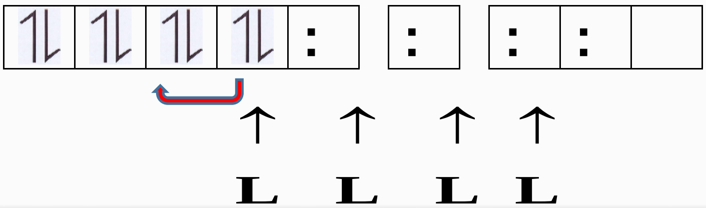
$$\mu = [2(2+2)]^{\frac{1}{2}}$$

$$\mu = [2(4)]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow \sqrt{8} \Rightarrow 2.8\ BM$$

(ب) لنفرض ان اليكيند قوي يعمل على ازدواج الالكترونات المنفردة في d اذن التهجين dSP^2 مربع مستوي

لعدم وجود الالكترونات منفردة $\mu = 0$

$$_{28}Ni^{+2} : [Ar]_{18} \quad 3d^8 \quad 4S^0 \quad 4P^0$$



سؤال (5-14) عرف المصطلحات الاتية :-

الجواب

المركب التناسقي: هو مركب اضافة مستقر لا يعطي كافة الايونات المكونة له عند ذوبانه في الماء لذا فأن الصفات المستقلة لقسم من الايونات المكونة له سوف تختفي . مثل المركب Cu SO4 . 4NH3 والذي يكتب بهذا الشكل [Cu(NH3)4]SO4 وعند ذوبانه في الماء يختفي الايون Cu+2 لانه يصبح ضمن الايون المعقد .

الليكند :- جزيء او ايون سالب الشحنة يرتبط بالأيون المركزي من خلال ذرة واحد او اكثر مانحة للمزدوجات الألكترونية

ذرة مانحة : جزئ او ايون (سالب او موجب الشحنة)يرتبط بالأيون المركزي من خلال منح زوج الالكتروني حر .

عدد التناسق : هو عدد الجزيئات أو الايونات (الليكندات)التي ترتبط بالايون الفلزي المركزي مضروباً في عدد المخالب التي يملكها الليكند اي انه يساوي عدد الآواصر التناسقية.

ليكندات كليتية : وهي الليكندات التي ترتبط في موقعين أو أكثر في آن واحد مع نفس الايون الفلزي (ايون العنصر الانتقالي)

اعداد وترتيب الأستاذ: حيدر يحيى علوان

سؤال خارجي

اعتمادا على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) ما عدد الالكترونات المنفردة للمركبات التناسقية الاتية وما قيمة (μ) لكل منها .

رحلة التفوق للسادس الاعدادي

$\left[Cu(NH_3)_4\right]^{2+}$

فقدان $2e^-$

$Cu^{+2}_{29} : [Ar]_{18} \quad 3d^9 \quad 4S^0 \quad 4P^0$

⇅	⇅	⇅	⇅	↿	:	:	:	:
					↑ NH_3	↑ NH_3	↑ NH_3	↑ NH_3

عدد الالكترونات المنفردة =1

$$\mu = \left[e(e+2)\right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow \left[1(1+2)\right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow [3]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow 1.73 \quad B.M$$

$[NiCl_4]^{2-}$

فقدان $2e^-$

$Ni^{+2}_{28} : [Ar]_{18} \quad 3d^8 \quad 4S^0 \quad 4P^0$

⇅	⇅	⇅	↿	↿	:	:	:	:
					↑ Cl	↑ Cl	↑ Cl	↑ Cl

عدد الالكترونات المنفردة =2

لكيند ضعيف وسلسلة انتقالية اولى لا يعمل على ازدواج الالكترونين المنفردين

$$\mu = \left[e(e+2)\right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow \left[2(2+2)\right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow [8]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow 2.8 \quad B.M$$

مساعد الطالب في مادة الكيمياء للصف السادس الأحيائي

خاص وحصري لرحلة التفوق في السادس

إعداد الأستاذ المبدع

حيدر يحيى علوان

لمتابعتنا على مواقع التواصل الأجتماعي

@rt_edu رحلة التفوق في السادس

@A_M_Z_F رحلة التفوق في السادس